

Sistemas de Controlo de Tráfego

Apresentação do projeto

Autores

Renato Loureiro

Santiago Rodriguez

Introdução

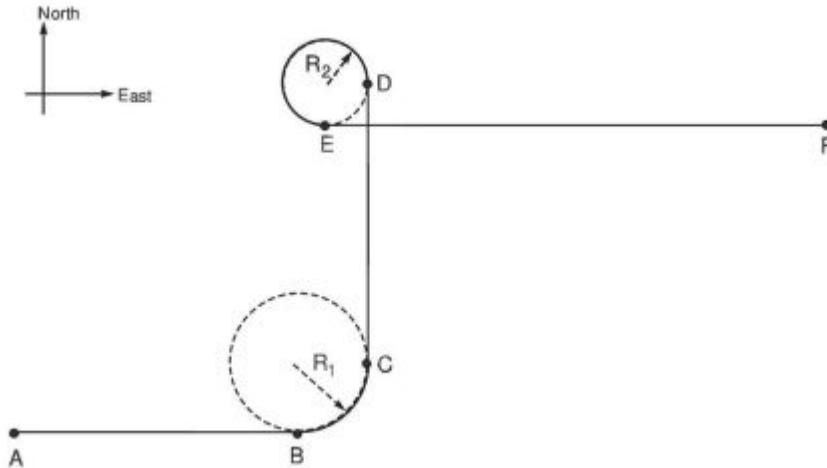


Fig.1 Trajetória do recetor

- Minimização do PDOP
- Efeito do canyon
- Efeito da ionosfera
- Efeito do parâmetro q_v
- Efeito da variância do ruído
- Efeito do número de satélites em utilização
- Comparação breve de LMS, EKF-PV e EKF-PVA

Minimização do PDOP

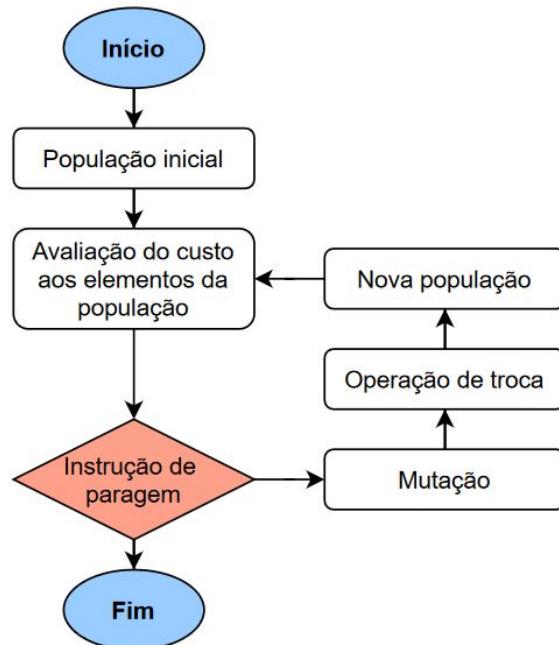


Fig.2 Fluxograma do algoritmo genético implementado

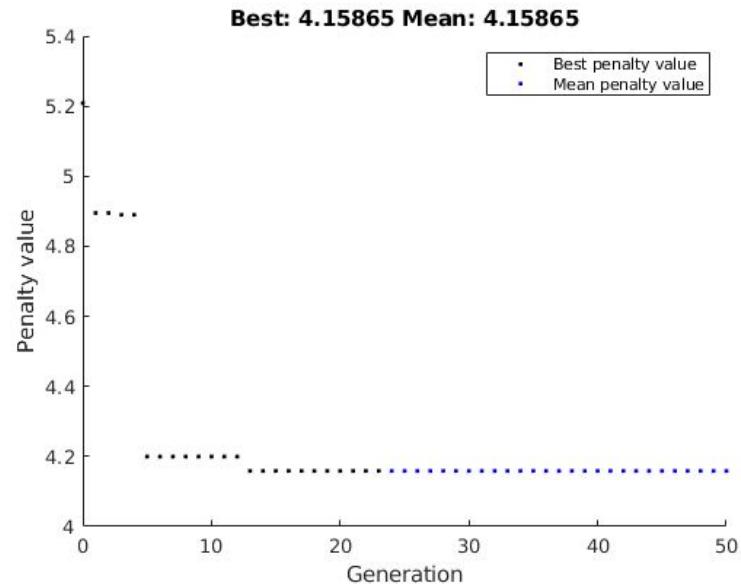


Fig.3 Resultados obtidos do algoritmo genético após 50 gerações

Modelo PV

Modelo Dinâmico em Tempo Discreto

$$\begin{bmatrix} x_{1,k+1} \\ x_{2,k+1} \\ x_{3,k+1} \\ x_{4,k+1} \\ x_{5,k+1} \\ x_{6,k+1} \\ x_{7,k+1} \\ x_{8,k+1} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & \Delta t & & & & & & \\ & 1 & & & & & & \\ & & 1 & \Delta t & & & & \\ & & & 1 & & & & \\ & & & & 1 & \Delta t & & \\ & & & & & 1 & & \\ & 0 & & & & & 1 & \Delta t \\ & & & & & & & 1 \end{bmatrix}}_{\Phi_k} \begin{bmatrix} x_{1,k} \\ x_{2,k} \\ x_{3,k} \\ x_{4,k} \\ x_{5,k} \\ x_{6,k} \\ x_{7,k} \\ x_{8,k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ u_{2,k} \\ 0 \\ u_{4,k} \\ 0 \\ u_{6,k} \\ u_{7,k} \\ u_{8,k} \end{bmatrix}$$

Estados do Modelo:

- 3 de posição
- 3 de velocidade
- 2 de tempo

Modelo PV

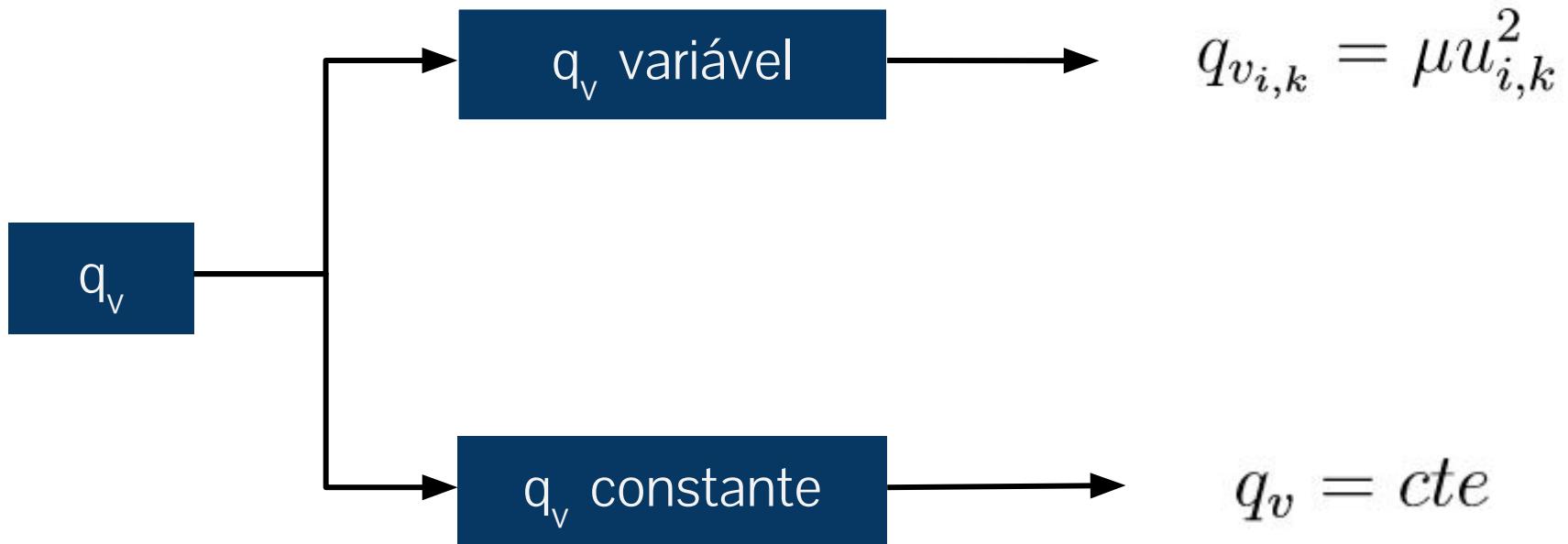
Matriz de Covariância da Dinâmica

$$Q_{k,pos} = \begin{bmatrix} q_v \frac{(\Delta t)^3}{3} & q_v \frac{(\Delta t)^2}{2} \\ q_v \frac{(\Delta t)^2}{2} & q_v \Delta t \end{bmatrix}$$

$$Q_{k,clk} = \begin{bmatrix} q_\phi \Delta t + \frac{q_f (\Delta t)^3}{3} & \frac{q_f (\Delta t)^2}{2} \\ \frac{q_f (\Delta t)^2}{2} & q_f \Delta t \end{bmatrix}$$

$$Q_k = \begin{bmatrix} Q_{k,pos} & & & & 0 \\ & Q_{k,pos} & & & \\ & & Q_{k,pos} & & \\ & & & Q_{k,pos} & \\ 0 & & & & Q_{k,clk} \end{bmatrix}$$

Valor de q_v



Extended Kalman Filter

Modelo das observações não linear

$$z_k = h[x_k] + v_k$$

$$H_k = \left[\frac{\partial h_i[x(k|k-1)]}{\partial x_j} \right]_{n \times l}$$

$$h[x] = \begin{bmatrix} \sqrt{(X_1 - x_1)^2 + (Y_1 - x_3)^2 + (Z_1 - x_5)^2} + x_7 \\ \dots \\ \sqrt{(X_n - x_1)^2 + (Y_n - x_3)^2 + (Z_n - x_5)^2} + x_7 \end{bmatrix}$$

Extended Kalman Filter

Modelo das observações não linear

$$z_k = h[x_k] + v_k$$

$$H_k = \left[\frac{\partial h_i[x(k|k-1)]}{\partial x_j} \right]_{n \times l}$$

$$H_k = - \begin{bmatrix} \frac{X_1 - \hat{x}_u}{r_i} & 0 & \frac{Y_1 - \hat{y}_u}{r_i} & 0 & \frac{Z_1 - \hat{z}_u}{r_i} & 0 & -1 & 0 \\ \dots & & \dots & & \dots & & \dots & \\ \frac{X_n - \hat{x}_u}{r_i} & 0 & \frac{Y_n - \hat{y}_u}{r_i} & 0 & \frac{Z_n - \hat{z}_u}{r_i} & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Trajetória da Simulação

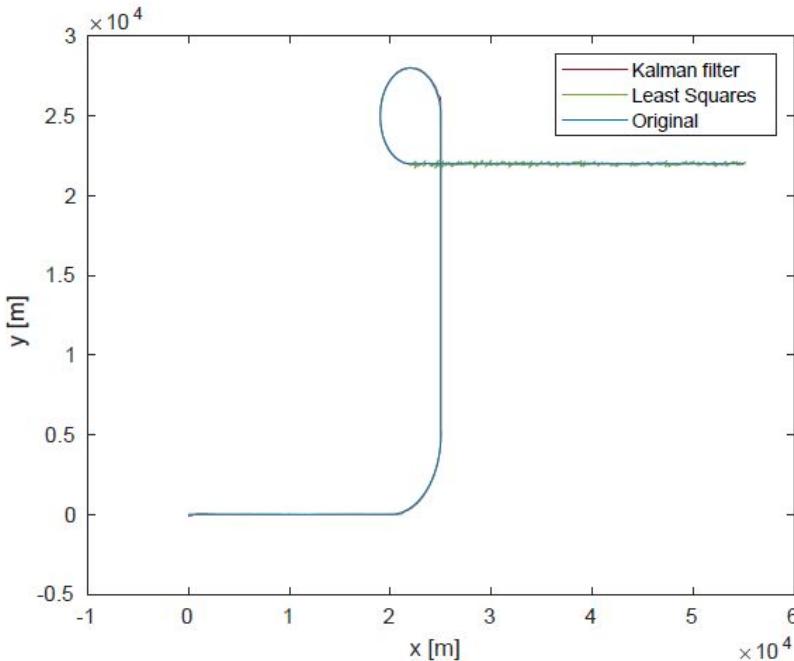


Fig.4 Trajetória total da simulação

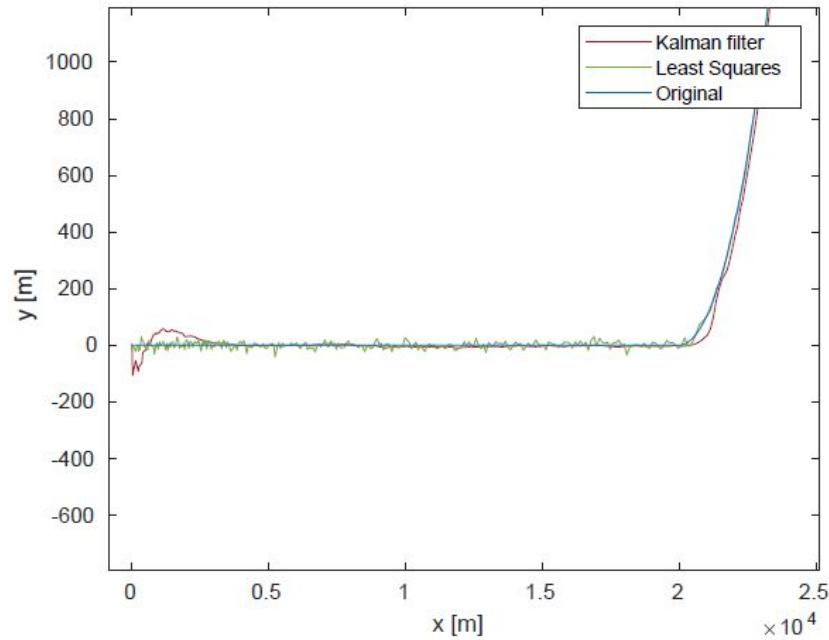


Fig.5 Zoom da trajetória no caminho AB

Trajetória da Simulação

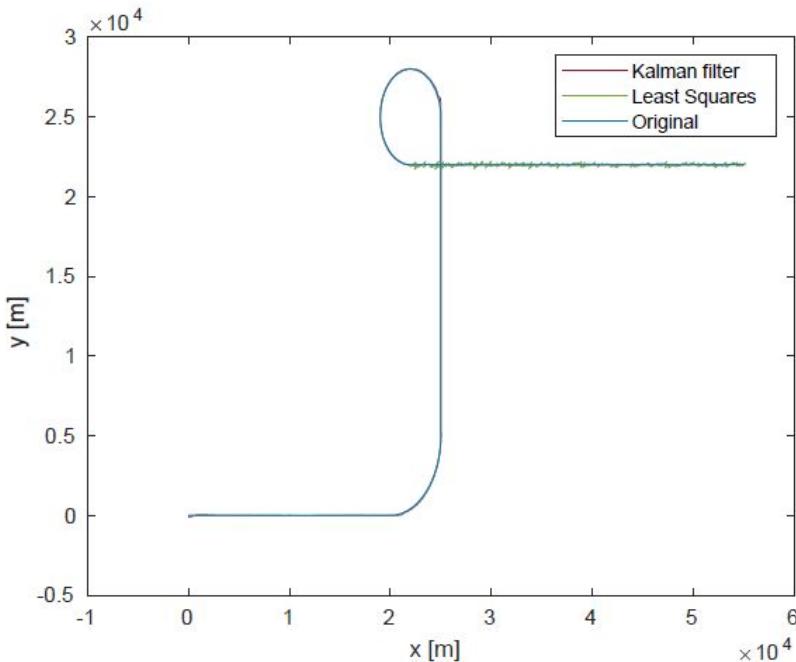


Fig.6 Trajetória total da simulação

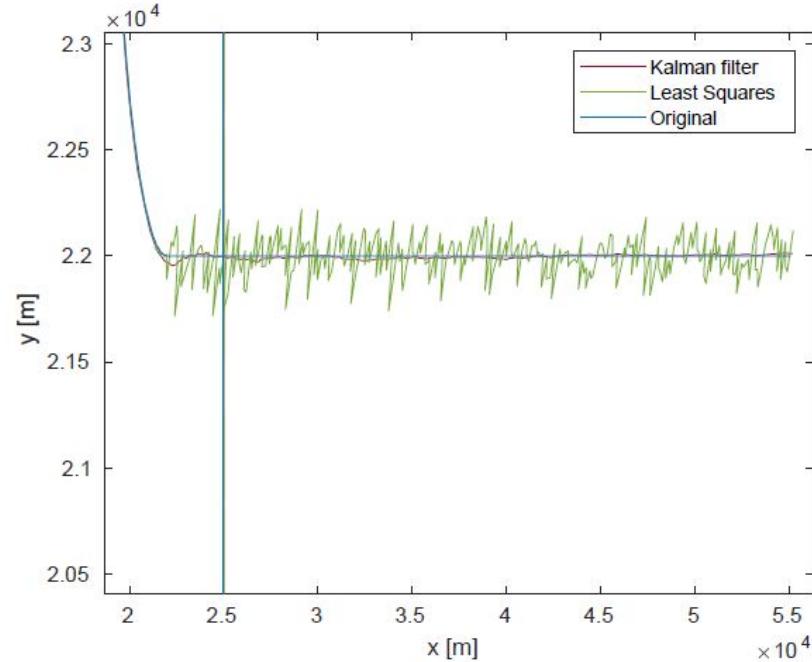


Fig.7 Zoom da trajetória no caminho EF

Erro RMS

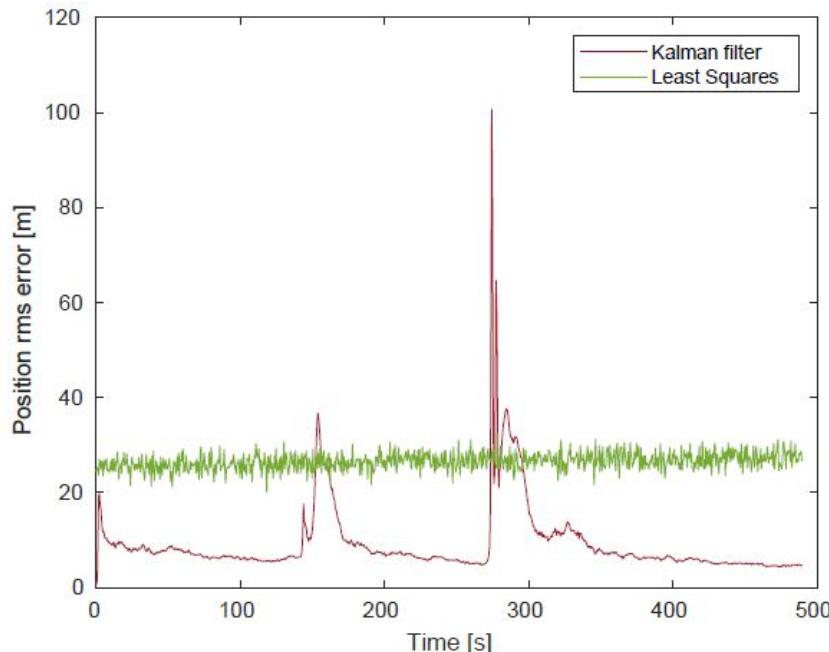


Fig.8 Erro RMS da posição com q_v variável

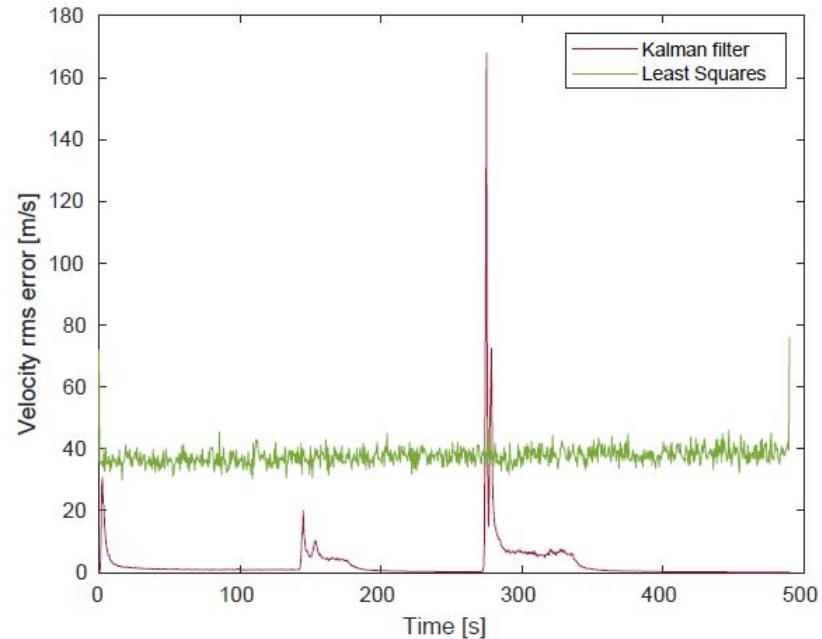


Fig.9 Erro RMS da velocidade com q_v variável

Erro RMS

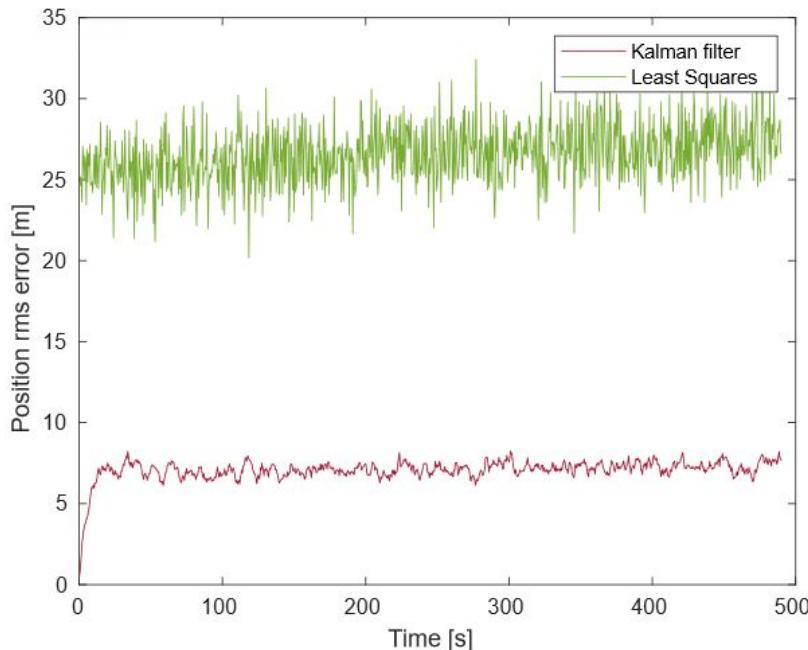


Fig.10 Erro RMS da posição com q_v constante

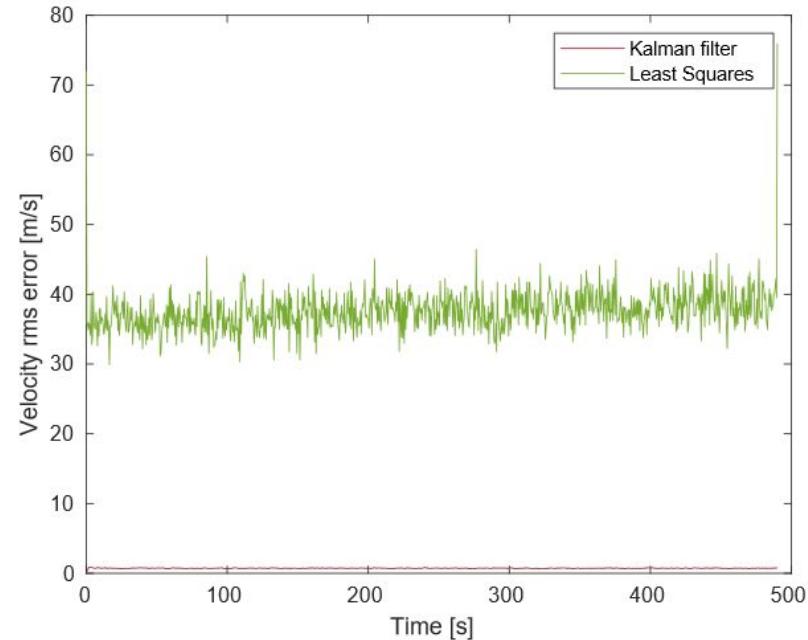


Fig.11 Erro RMS da velocidade com q_v constante

Componentes das Velocidades

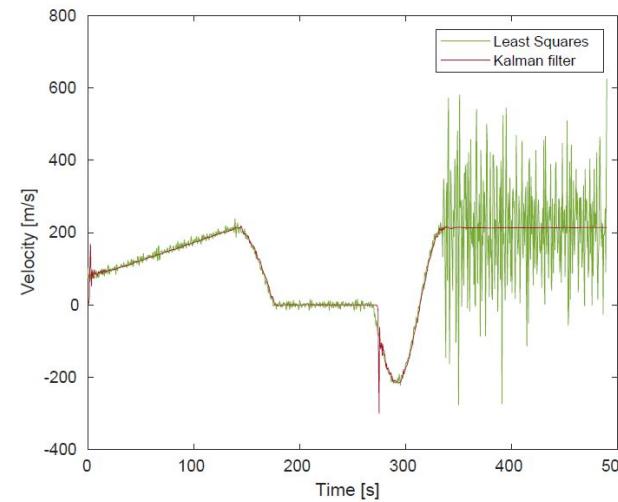


Fig.12 Velocidade em x
determinada por ambos
algoritmos

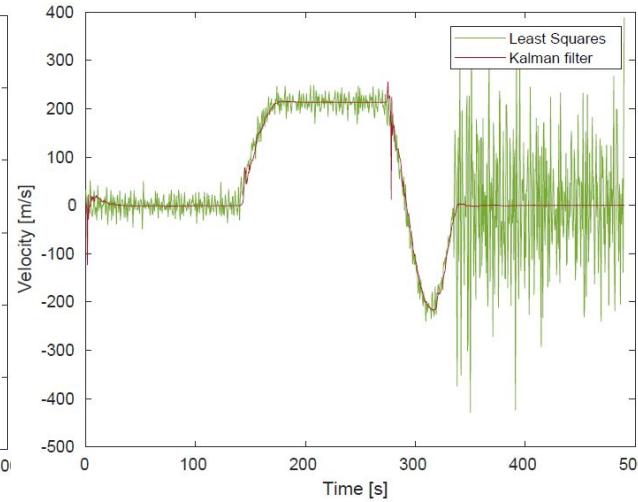


Fig.13 Velocidade em y
determinada por ambos
algoritmos

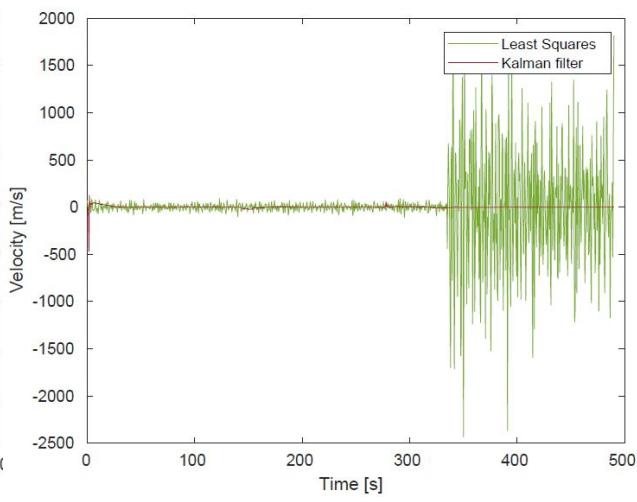


Fig.14 Velocidade em z
determinada por ambos
algoritmos

Presença de Situação Canyon

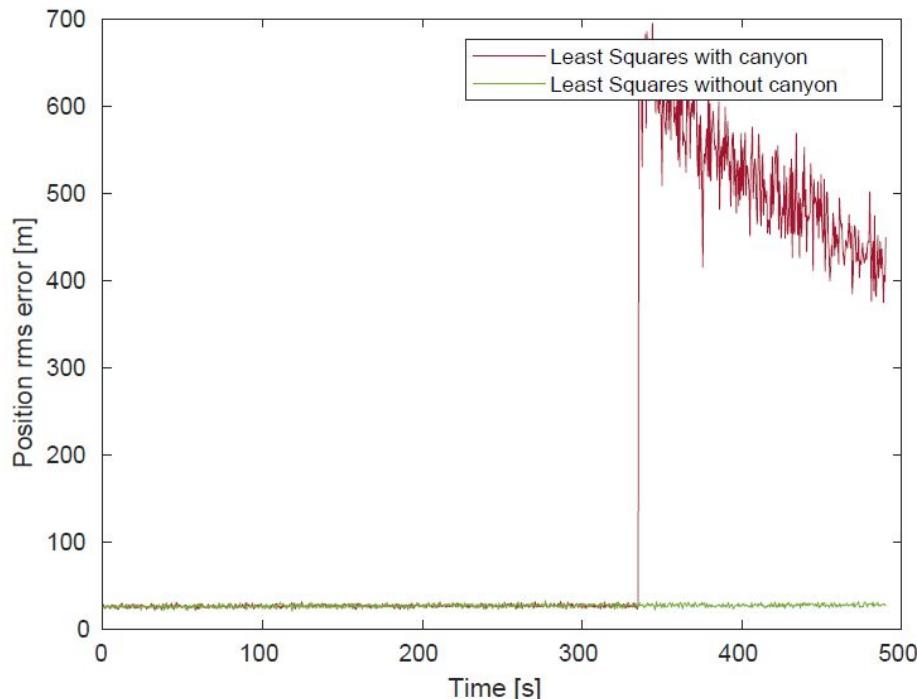


Fig.15 Erro RMS de posição para LMS

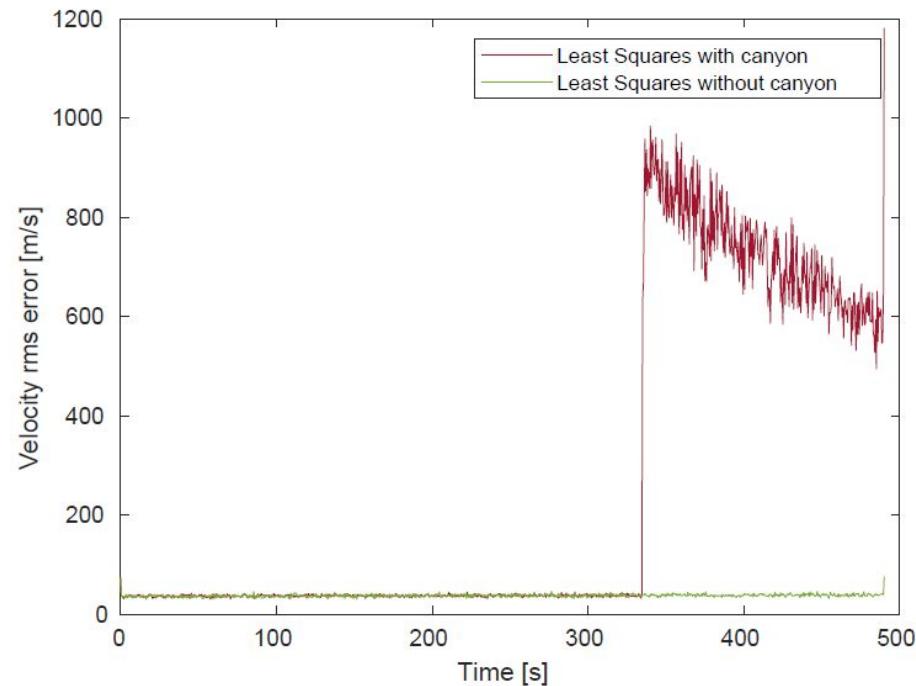


Fig.16 Erro RMS de velocidade para LMS

Presença de Situação Canyon

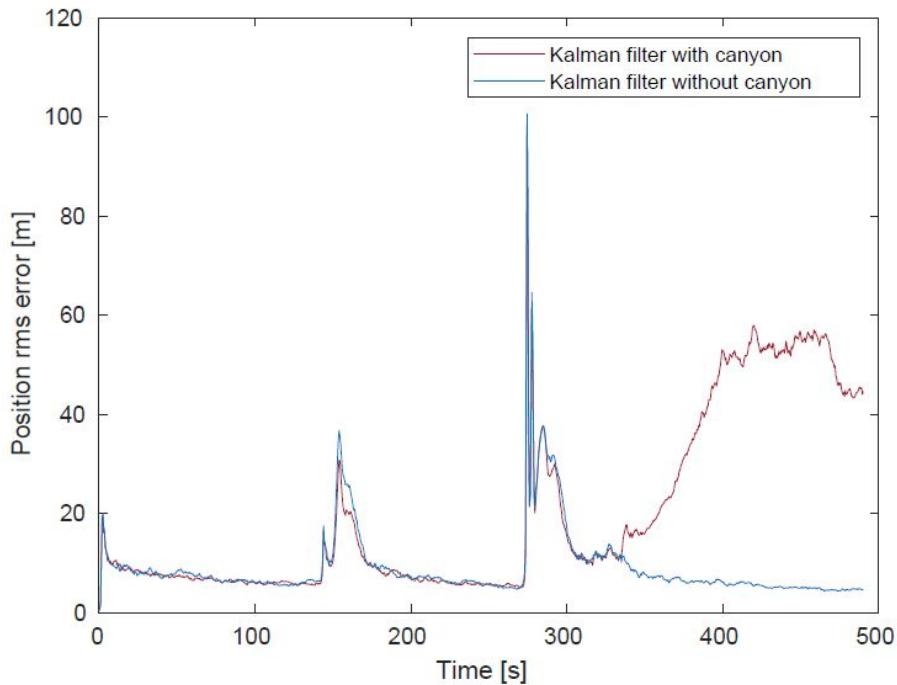


Fig.17 Erro RMS de posição para EKF

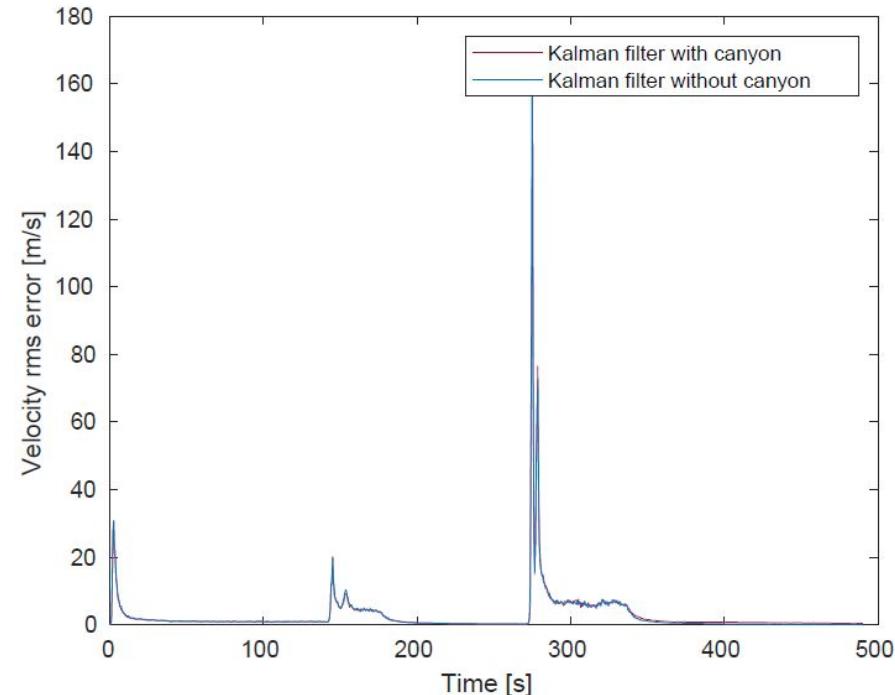


Fig.18 Erro RMS de velocidade para EKF

Efeito da ionosfera

$$n_i = \bar{n}_i + \tilde{n} f(\epsilon_i)$$

$$f(\epsilon_i) = \frac{1.1}{\sin(\epsilon_i) + 0.1}, \quad \epsilon_i > 0$$

$$\begin{aligned} R(i, k) &= E\{n_i n_k\} = E\{\tilde{n}^2\} f(\epsilon_i) f(\epsilon_k) \\ &= \frac{1.21 \sigma^2}{8[\sin(\epsilon_i) + 0.1][\sin(\epsilon_k) + 0.1]}, \quad i \neq k \end{aligned}$$

$$R(i, i) = E\{n_i^2\} = E\{\bar{n}_i^2\} + E\{\tilde{n}^2\} f^2(\epsilon_i)$$

$$= \frac{\sigma^2}{8} \left(7 + \frac{1.21}{[\sin(\epsilon_i) + 0.1]^2} \right)$$

$$R_k = \begin{bmatrix} \sigma_{1,UERE}^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{2,UERE}^2 & \dots & 0 \\ \dots & & \dots & \\ 0 & 0 & & \sigma_{n,UERE}^2 \end{bmatrix}$$

Efeito da ionosfera

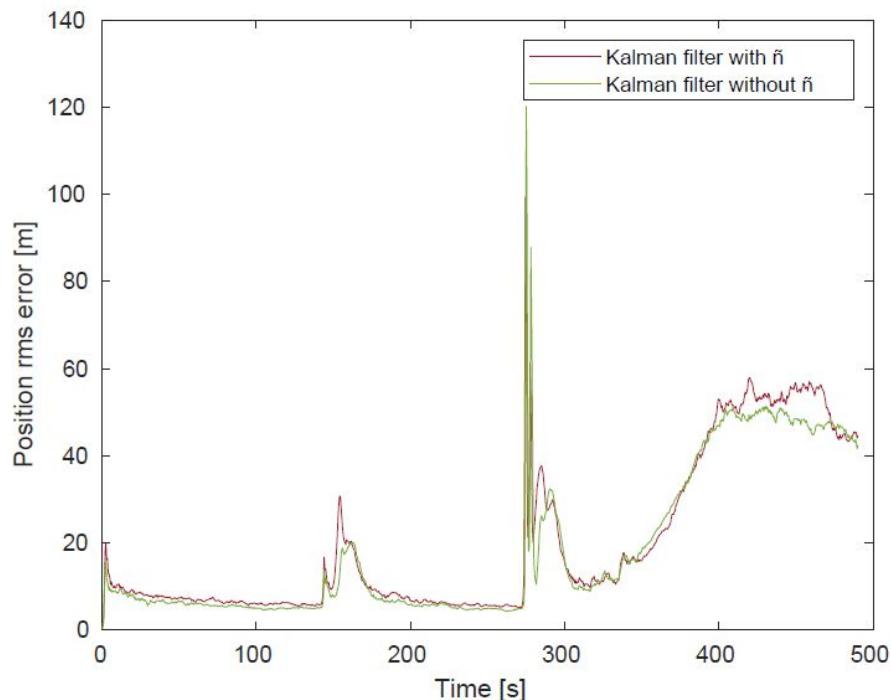


Fig.19 Erro RMS de posição para EKF

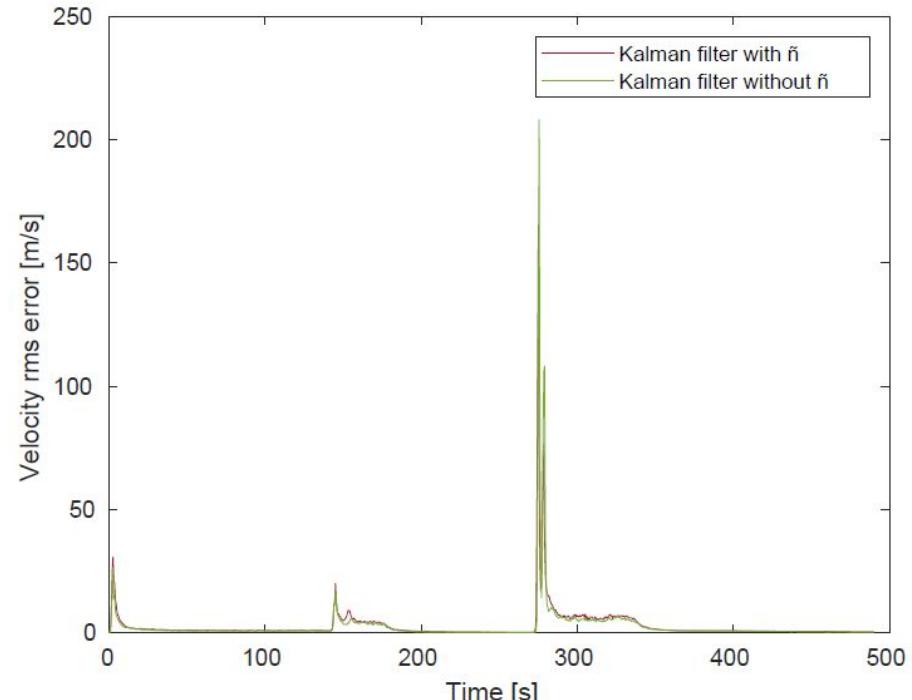


Fig.20 Erro RMS de velocidade para EKF

Efeito da ionosfera

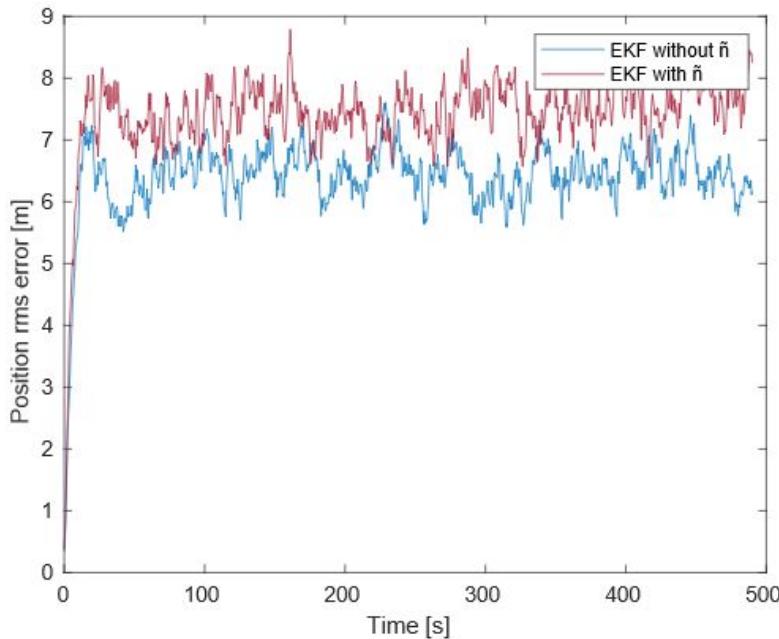


Fig.21 Erro RMS de posição para EKF com q_v constante

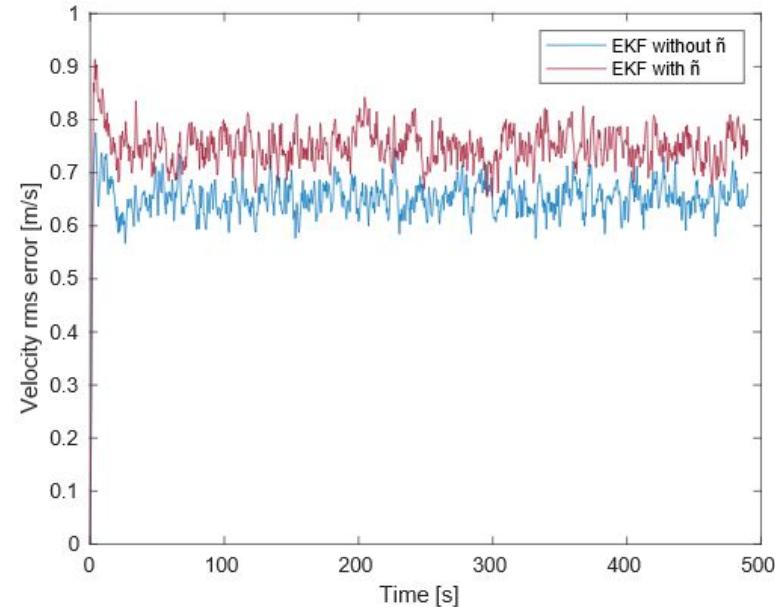


Fig.22 Erro RMS de velocidade para EKF com q_v constante

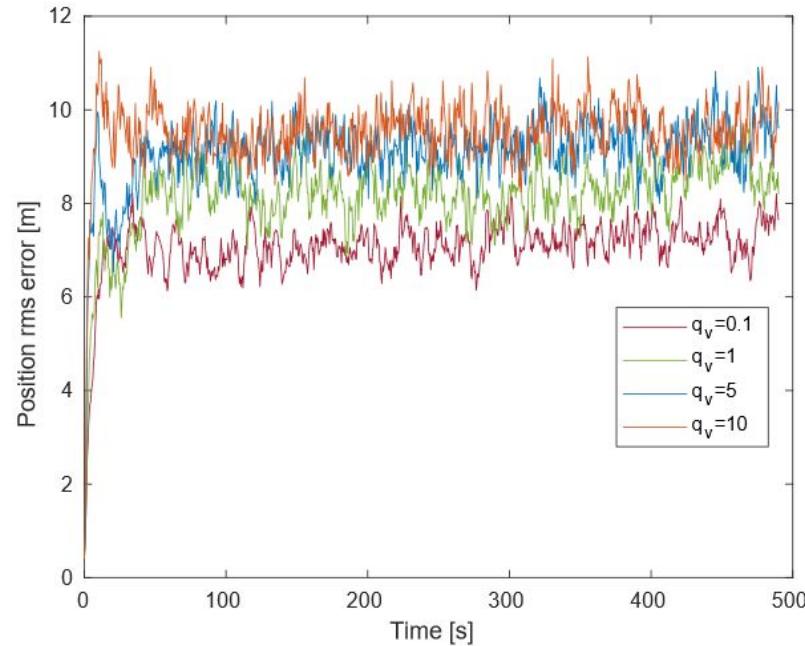


Fig.23 Erro RMS de posição para diferentes valores de q_v constante

Efeito de q_v

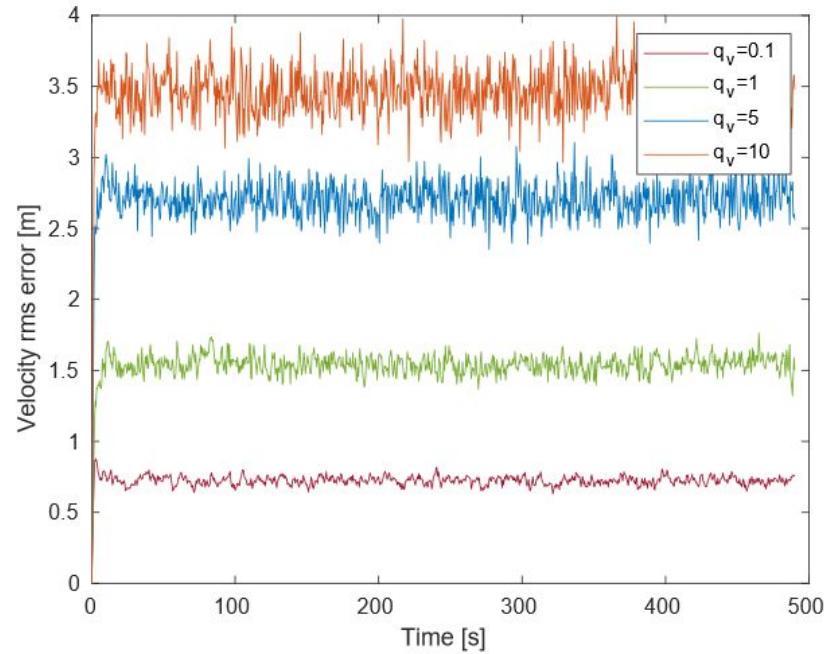


Fig.24 Erro RMS de velocidade para diferentes valores de q_v constante

Efeito de q_v

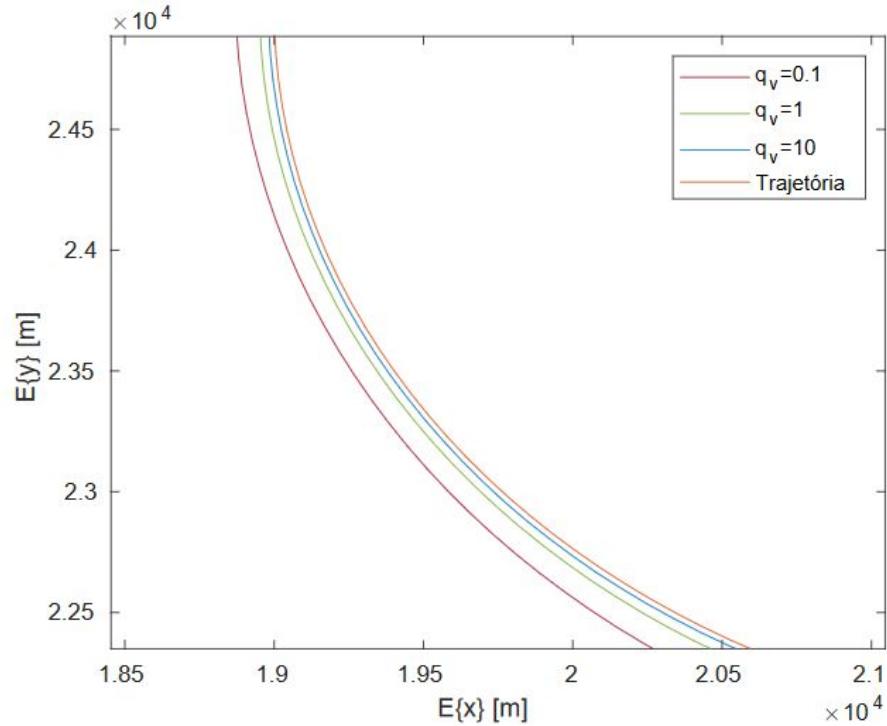


Fig.25 Resultados médios do EKF para diferentes valores q_v constante para um troço da trajetória

Efeito da Variância do Ruído

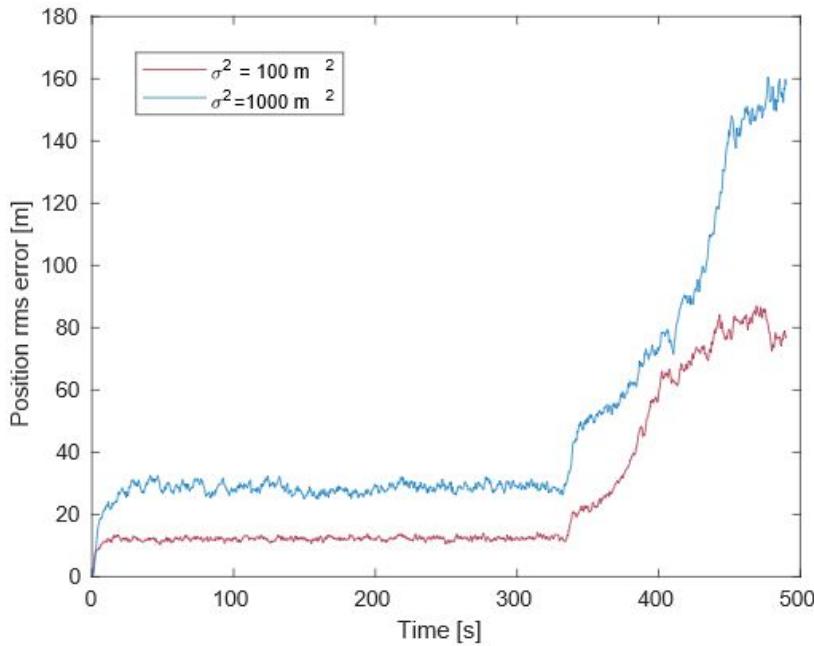


Fig.26 Erro RMS de posição para diferentes valores de σ^2

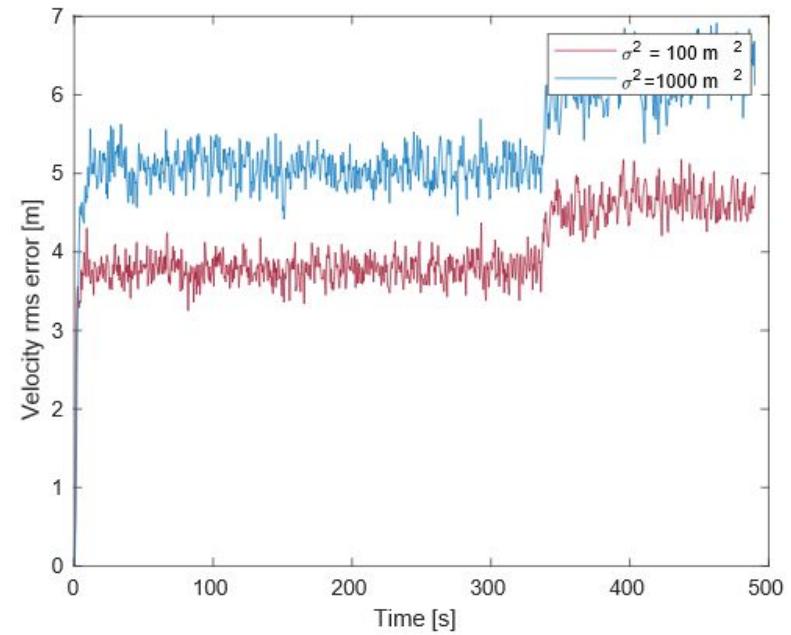


Fig.27 Erro RMS de velocidade para diferentes valores de σ^2

Efeito do Número de Satélites

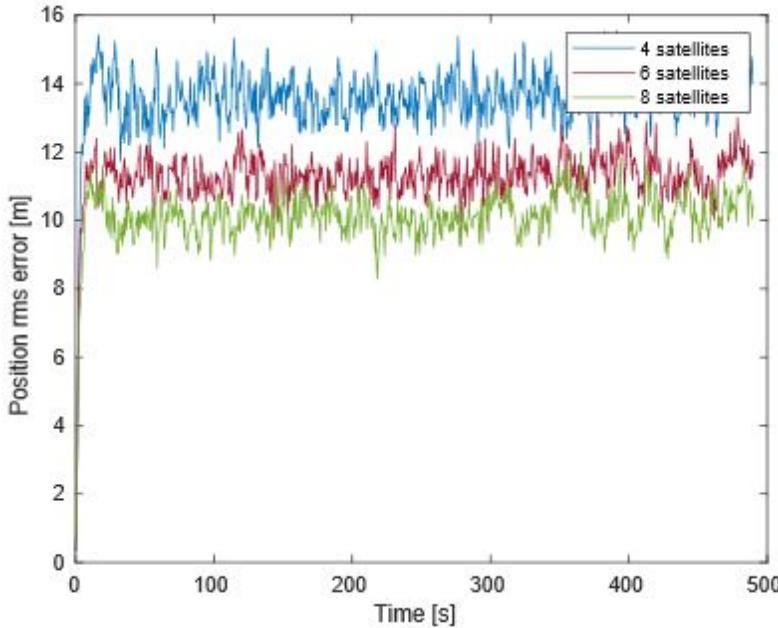


Fig.28 Erro RMS de posição para números de satélites distintos, para $q_v = \text{cte}$

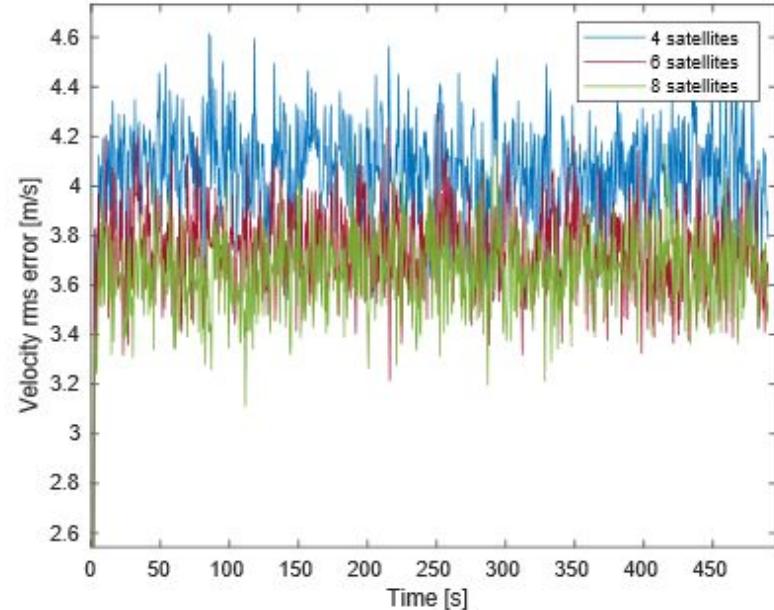


Fig.29 Erro RMS de velocidade para números de satélites distintos, para $q_v = \text{cte}$

Efeito e Ajuste do Parâmetro μ

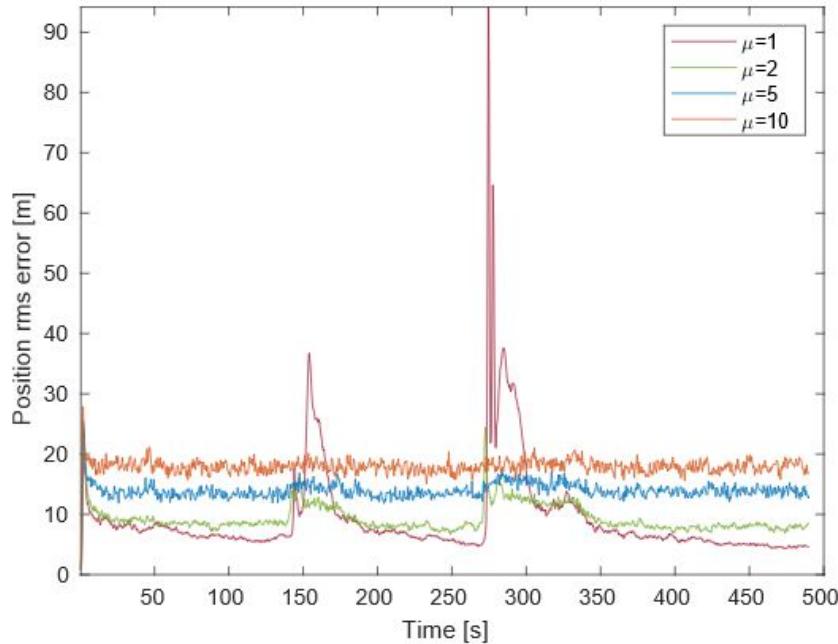


Fig.30 Erro RMS de posição para vários μ

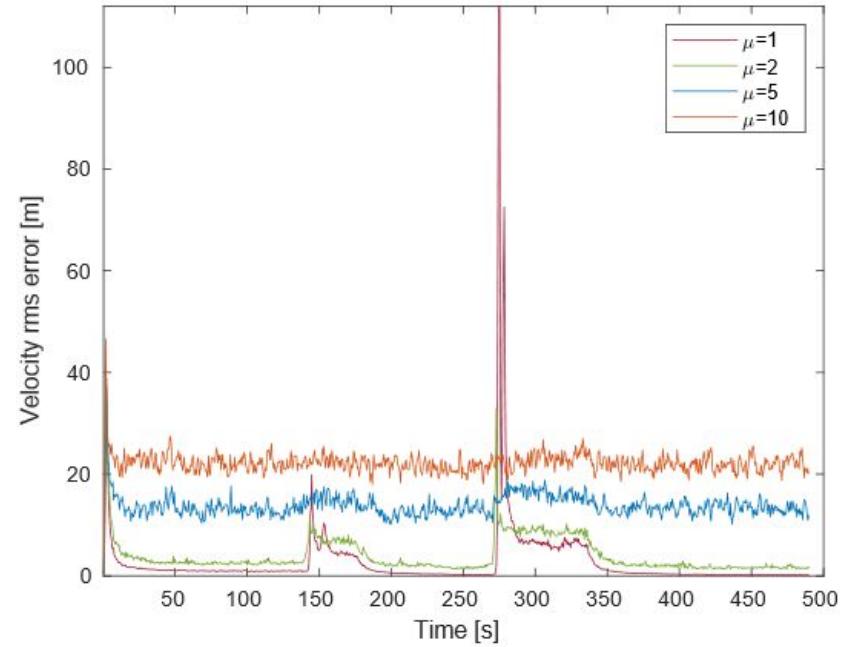


Fig.31 Erro RMS de velocidade para EKF para vários μ

Comparação LMS, EKF PV e PVA

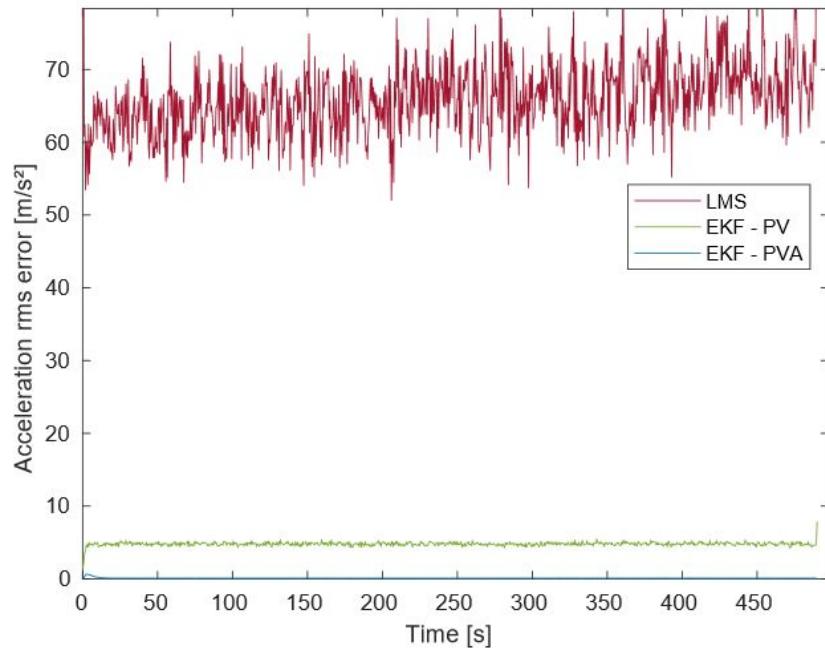


Fig.32 Erro RMS de aceleração

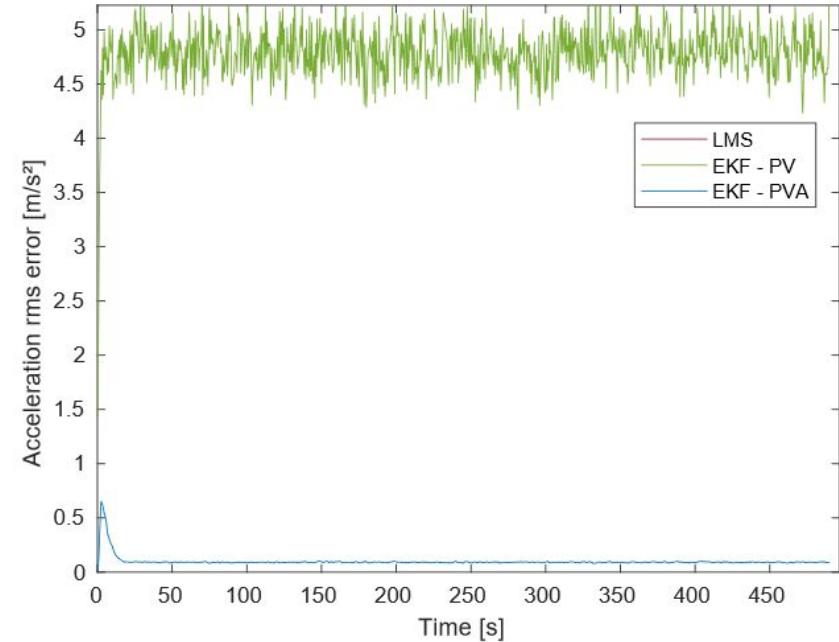


Fig.33 Zoom do grafico

Comparação LMS, EKF PV e PVA

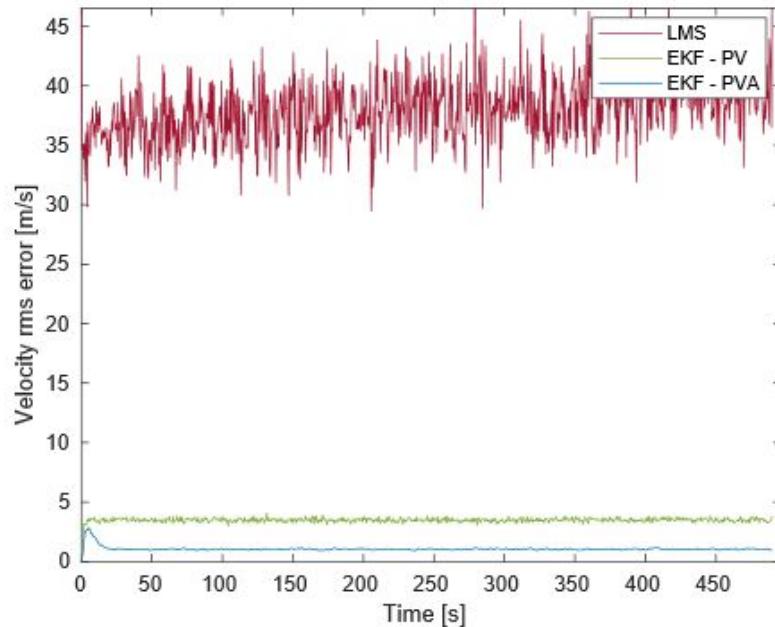


Fig.34 Erro RMS de velocidade

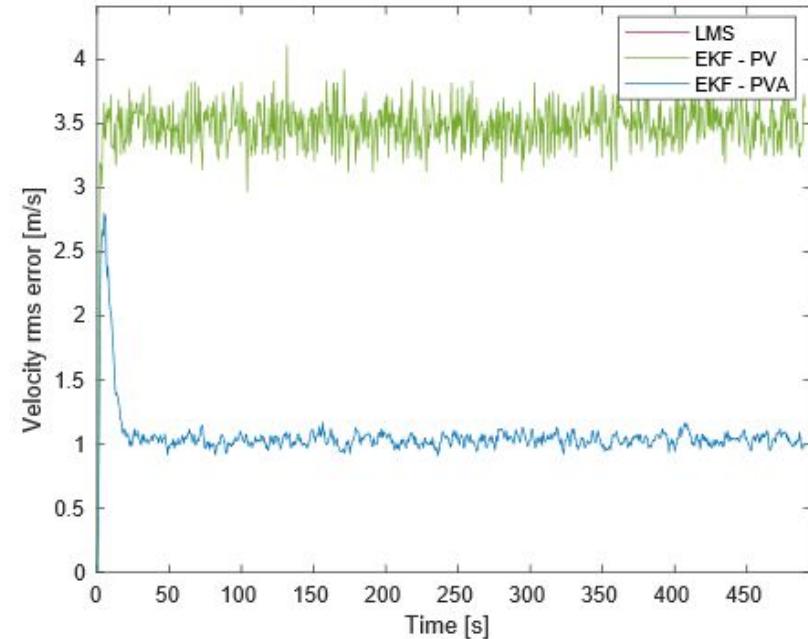


Fig.35 Zoom do gráfico

Comparação LMS, EKF PV e PVA

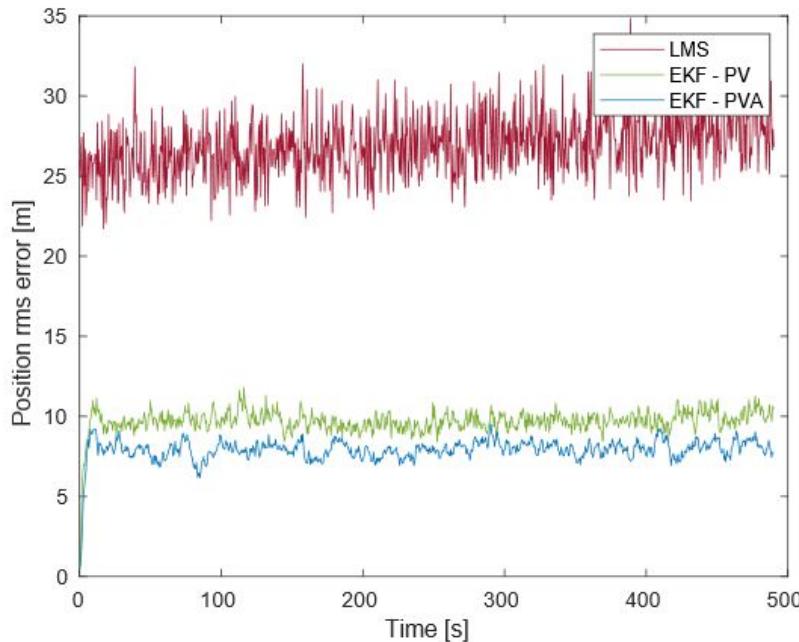


Fig.36 Erro RMS de posição

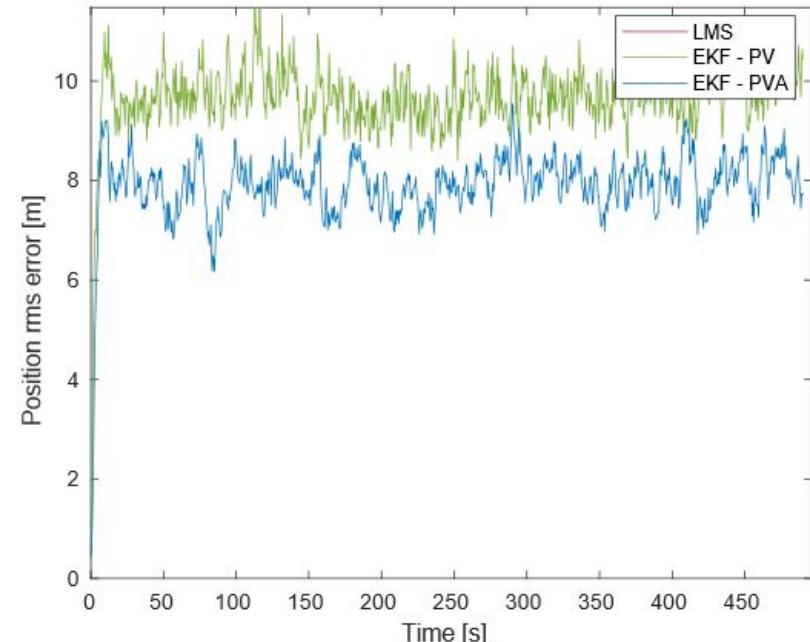


Fig.37 Zoom do gráfico

Questões